

17 SEP. 2004



REC'D 17 DEC 2004

WIPO PCT

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

BEST AVAILABLE COPY

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 01 SEP. 2004

Pour le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b)

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint-Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

26bis, rue de Saint-Pétersbourg
 75800 Paris Cédex 08
 Téléphone: 01 53.04.53.04 Télécopie: 01.42.94.86.54

Code de la propriété intellectuelle-livreVI

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

DATE DE REMISE DES PIÈCES: N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL: DÉPARTEMENT DE DÉPÔT: DATE DE DÉPÔT:	Jean LEHU BREVATOME 3, rue du Docteur Lancereaux 75008 PARIS France
Vos références pour ce dossier: B14415 PM-DD2570VR	

1 NATURE DE LA DEMANDE Demande de brevet		
2 TITRE DE L'INVENTION PROCEDE DE MICRO-LITHOGRAPHIE UTILISANT UN MASQUE A SURFACE COURBE.		
3 DECLARATION DE PRIORITE OU REQUETE DU BENEFICE DE LA DATE DE DEPOT D'UNE DEMANDE ANTERIEURE FRANCAISE	Pays ou organisation	Date
4-1 DEMANDEUR	N°	
Nom Rue Code postal et ville Pays Nationalité Forme Juridique	COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE 31-33, rue de la Fédération 75752 PARIS 15ème France France Etablissement Public de Caractère Scientifique, technique et Ind	
5A MANDATAIRE		
Nom Prénom Qualité Cabinet ou Société Rue Code postal et ville N° de téléphone N° de télécopie Courrier électronique	LEHU Jean Liste spéciale: 422-5 S/002, Pouvoir général: 7068 BREVATOME 3, rue du Docteur Lancereaux 75008 PARIS 01 53 83 94 00 01 45 63 83 33 brevets.patents@brevalex.com	
6 DOCUMENTS ET FICHIERS JOINTS		
Texte du brevet Dessins Désignation d'inventeurs Pouvoir général	Fichier électronique textebrevet.pdf dessins.pdf	Pages 12 4
		Détails D 9, R 2, AB 1 page 4, figures 10, Abrégé: page 2, Fig.3

7 MODE DE PAIEMENT				
Mode de paiement	Prélèvement du compte courant			
Numéro du compte client	024			
8 RAPPORT DE RECHERCHE				
Etablissement immédiat				
9 REDEVANCES JOINTES	Devise	Taux	Quantité	Montant à payer
062 Dépôt	EURO	0.00	1.00	0.00
063 Rapport de recherche (R.R.)	EURO	320.00	1.00	320.00
068 Revendication à partir de la 11ème	EURO	15.00	2.00	30.00
Total à acquitter	EURO			350.00

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.
 Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

Signé par

Signataire: FR, Brevatome, J.Lehu

Emetteur du certificat: DE, D-Trust GmbH, D-Trust for EPO 2.0

Fonction

Mandataire agréé (Mandataire 1)



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITE

Réception électronique d'une soumission

Il est certifié par la présente qu'une demande de brevet (ou de certificat d'utilité) a été reçue par le biais du dépôt électronique sécurisé de l'INPI. Après réception, un numéro d'enregistrement et une date de réception ont été attribués automatiquement.

Demande de brevet : X

Demande de CU :

DATE DE RECEPTION	17 septembre 2003	Dépôt en ligne: X Dépôt sur support CD:
TYPE DE DEPOT	INPI (PARIS) - Dépôt électronique	
Nº D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUE PAR L'INPI	0350561	
Vos références pour ce dossier	B14415 PM-DD2570VR	

DEMANDEUR

Nom ou dénomination sociale	COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE
Nombre de demandeur(s)	1
Pays	FR

TITRE DE L'INVENTION

PROCEDE DE MICRO-LITHOGRAPHIE UTILISANT UN MASQUE A SURFACE COURBE.

DOCUMENTS ENVOYES

package-data.xml	Requetefr.PDF	application-body.xml
Design.PDF	ValidLog.PDF	fee-sheet.xml
FR-office-specific-info.xml	Comment.PDF	textebrevet.pdf
dessins.pdf	indication-bio-deposit.xml	request.xml

EFFECTUE PAR

Effectué par:	J.Lehu
Date et heure de réception électronique:	17 septembre 2003 16:31:58
Empreinte officielle du dépôt	CD:74:72:2A:5F:46:78:9E:26:A7:65:C8:B6:1D:52:4A:F2:47:D6:32

/ INPI PARIS, Section Dépôt /

SIEGE SOCIAL
 INSTITUT 26 bis, rue de Saint Petersbourg
 NATIONAL DE 75800 PARIS cedex 08
 LA PROPRIETE Téléphone : 01 53 04 53 04
 INDUSTRIELLE Télécopie : 01 42 03 59 30

PROCEDE DE MICRO-LITHOGRAPHIE UTILISANT UN MASQUE A
SURFACE COURBE

DESCRIPTION

5 DOMAINE TECHNIQUE ET ART ANTERIEUR

L'invention concerne les techniques de lithographie permettant de reproduire des motifs de petites tailles sur un substrat. La taille des motifs concernés par cette invention est par exemple 10 inférieure à 10 microns.

L'invention, de par la taille des motifs mis en œuvre, s'applique notamment au domaine des micro et nanotechnologies. Diverses applications industrielles peuvent être visées, par exemple la 15 fabrication d'écrans plats, de mémoires, de nanosystèmes, de microsystèmes ou de bio-puces.

Différentes techniques de lithographies sont connues et utilisées aujourd'hui dans l'industrie. La plupart demandent l'emploi d'équipements très 20 coûteux de type photorépéteur en ultra-violet profond à la longueur d'onde de 248, 193 ou 157nm ou l'emploi de rayonnements X mous à la longueur d'onde de 13nm ou de machines à faisceaux d'électrons. Ces équipements peuvent valoir d'une dizaine à plusieurs dizaines de 25 millions d'euros.

Certaines techniques à bas coût commencent à apparaître, et elles font appel à des techniques d'embossage, d'encrage ou d'impression connues dans l'imprimerie ou la mise en forme des matières 30 plastiques. On pourra par exemple se reporter à

l'article de S.Y. Chou et al., Applied Physics Letters, 67(21), P 3114-3116, 1995.

Cependant ces techniques sont limitées en résultat à cause de problèmes liés à la résolution et à son homogénéité. En effet, après fabrication par lithogravure d'un masque portant les motifs à reproduire, il faut mettre en contact de manière la plus parfaite possible le substrat et le masque ; cette étape, difficile sur des surfaces de l'ordre de quelques cm², est pratiquement impossible pour des surfaces supérieures à quelques dizaines de cm². Il faut en effet aligner et superposer, puis mettre en contact de manière homogène deux surfaces globalement planes, mais dont les surfaces ne sont cependant pas identiques. Il s'ensuit un défaut d'homogénéité dans la résolution obtenue. Diverses publications ont mis en évidence ce type de problème par exemple dans les différents articles du « Proceedings of the International workshop on nanoimprint lithography, 16-17 janvier 2002, Université de Lund, Suède » et aussi dans l'article de N. Roos et al. intitulé « Nanoimprint lithography with a commercial 4 inch bond system for hot embossing », SPIE 2001 Emerging Technologies ainsi que dans l'article intitulé « Roller nanoimprint lithography » T. Hua et al., JVST B 16 (6) (1998) 3926-3928 ou dans l'article de S.Y. Chou et al. déjà cité ci-dessus.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

L'invention concerne d'abord, un procédé de préparation d'un masque de lithographie, comportant :

- une étape de réalisation de motifs sur un substrat ou un masque plan,

5 - une étape de report des motifs sur un support courbe ou présentant localement ou en au moins un point ou une zone de sa surface au moins une courbure non nulle.

La zone à courbure non nulle a par exemple une superficie d'au moins 0,5 ou 1 cm², ou de l'ordre du cm², par exemple comprise entre 0,5 cm² et 10 cm².

10 L'invention propose un procédé de réalisation d'un masque, dont la surface n'est pas plane du fait d'un report d'un masque initialement plan sur un support au moins localement courbe. Différentes formes de support à courbure non nulle peuvent 15 convenir, par exemple la surface extérieure d'un cylindre.

Après report, il est possible de mettre en contact, de manière progressive et contrôlée, la surface d'un substrat avec la surface du masque.

20 Le problème d'homogénéité rencontré ne se pose donc plus car on revient au cas de mise en contact de deux surfaces de quelques cm².

25 En outre l'invention permet d'éviter la réalisation d'un masque directement sur une surface courbe, réalisation difficile à mettre en oeuvre.

Le masque plan peut être par exemple en Silicium ou en dioxyde de silicium.

Il peut aussi avoir une structure SOI, comportant une couche d'un matériau semiconducteur, une 30 couche enterrée d'isolant et un substrat. Dans ce

dernier cas, une étape d'amincissement du substrat de la structure SOI peut en outre être prévue.

L'étape de report peut comporter préalablement un amincissement du substrat plan, puis 5 l'installation d'un substrat poignée.

Le support courbe peut quant à lui être en métal, ou en verre ou en matériau plastique.

Des moyens peuvent être prévus dans le support courbe pour réaliser une déformation locale de 10 ce support.

L'invention concerne aussi un masque de lithographie comportant un support présentant une courbure non nulle en au moins un point de sa surface, et un substrat en Silicium ou en silice comportant une 15 pluralité de motifs appliqués contre cette surface.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

La figure 1 représente schématiquement une étape de lithographie par faisceau d'électrons,

la figure 2 représente le masque plan, 20 après lithographie,

la figures 3A à 3C représentent diverses étapes de report,

la figure 4 représente un détail d'un masque sur sa surface de support courbe, après report,

25 les figures 5A à 5B représentent un marquage d'un substrat à l'aide d'un masque selon l'invention,

la figure 6 représente une structure SOI.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION DE L'INVENTION

L'invention met tout d'abord en œuvre une première étape de réalisation de motifs sur un masque plan.

5 Une technique de lithographie peut être utilisée, par exemple par faisceau d'électrons.

La figure 1 représente schématiquement un masque 2 sur lequel des motifs doivent être écrits à l'aide d'un tel faisceau d'électrons 4 d'un appareil de 10 lithographie.

Le faisceau est produit par une source 6, telle qu'un filament en W, ou LaB₆ ou par TFE (« thermal field effect » ou effet de champ thermique) est dirigé et focalisé, à l'aide de lentilles électro magnétiques 8, 10, vers le masque 2.

L'équipement de lithographie est par exemple un équipement de lithographie par contact muni de moyens de déplacement et/ou de rotation du substrat ou du masque 2.

20 Cette première étape permet d'obtenir des motifs gravés 10 sur un substrat 12, comme illustré sur la figure 2. La largeur L de chaque motif peut être inférieure à 10µm, par exemple comprise entre 10 nm et 100nm (notamment en vue de la réalisation de micro-pointes dans les écrans plats) ou entre 100nm et 5µm. Pour une application dans le domaine des mémoires magnétiques L sera comprise entre 10 nm et 20 nm. Pour une application dans le domaine des transistors L pourra être par exemple comprise entre 1µm et 10µm.

30 Il est ensuite procédé au report de ces motifs sur un support courbe ou présentant au moins une

courbure non nulle en au moins un point ou une zone de sa surface ou sur toute sa surface ou sur une zone de taille comparable ou sensiblement égale à celle des motifs gravés.

5 A cet effet, il peut être préalablement procédé à un amincissement du substrat 12 (FIG. 3A), à l'installation d'un substrat 14 dit « poignée » (FIG. 3B), pris au report de l'ensemble sur un support 16 présentant une telle courbure (FIG. 3C). Selon 10 l'exemple de la figure 3C, le support 16 présente une portion cylindrique, vue en coupe sur cette la figure.

On obtient ainsi un masque courbe 20 dont un détail est représenté sur la figure 4.

15 L'exemple de réalisation donné permet donc de fabriquer un masque courbe à l'aide de deux technologies, la lithographie et le report de couche.

20 La fabrication de petits motifs directement sur une surface de masque « courbe » est difficile à mettre en œuvre ; en particulier, dans un masqueur électronique pour la lithographie, ces difficultés sont liées à des problèmes de profondeur de champ : le faisceau électronique ne garde pas la même dimension quand on se déplace sur sa longueur.

25 Selon l'exemple ci-dessus, l'étape de lithogravure est donc d'abord effectuée sur un masque plan dans un matériau usuel pour la lithographie par faisceaux d'électrons, par exemple le Silicium ou l'oxyde de silicium, puis la couche imagée est détachée et reportée sur un support au moins localement courbe.

30 Les figures 5A et 5C représentent l'utilisation d'un tel masque.

Le masque courbe 20, dont les motifs sont désignés globalement par la référence 22, est mis en contact avec la couche superficielle 24 (par exemple : en résine polymère) d'un substrat 26 (par exemple en 5 Silicium ou dioxyde de silicium).

Puis (figure 5B), il est procédé à la rotation du masque et/ou au déplacement du substrat 26.

Les surfaces en contact, respectivement du masque et du substrat, ont une surface de l'ordre du 10 cm^2 , par exemple comprise entre 0,5 cm^2 et 10 cm^2 .

Il en résulte (figure 5C), après enlèvement du masque 20, un substrat 26 portant une image 30 en surface.

Le matériau du masque 2 est de préférence 15 adapté au report c'est-à-dire qu'il a une inactivité chimique envers le substrat 26, et une souplesse suffisante dans l'épaisseur utilisée pour être reporté sur une surface courbe. Le silicium, la silice sont des matériaux présentant ce type de propriétés, ainsi que 20 le nitrure, l'aluminium et, de façon générale, les matériaux utilisés dans la fabrication des circuits intégrés.

On peut aussi utiliser un substrat de type SOI, la gravure étant réalisée dans la couche 25 superficielle de Silicium.

Les structures SOI permettent usuellement la réalisation de certains composants semiconducteurs. De telles structures sont par exemple décrites dans le document FR 2681472.

30 Comme illustré sur la figure 6, une structure SOI comporte une couche 32 de matériau

semiconducteur, par exemple du Silicium monocristallin, dans laquelle peuvent être réalisés les composants proprement dits, et sous laquelle se trouve une couche enterrée 34 d'isolant, par exemple du dioxyde de silicium. L'ensemble repose sur un substrat 36, lui aussi en matériau semiconducteur, par exemple en Silicium.

Typiquement, la couche superficielle 32 a par exemple une épaisseur d'environ 10 à 1000nm (elle 10 peut aussi être de plus de 1 μ m), tandis que la couche 34 a une épaisseur de l'ordre de quelques centaines de nm, par exemple 400nm.

Le support courbe 16 du masque peut-être réalisé dans différents matériaux choisis pour leur 15 propriété de rigidité (tout métal ou verre) ou alors pour leur facilité de mise en forme. Un support plastique (par exemple : Polypropylène, ou PVC, ...), peut aussi être utilisé, la déformation de ce type de matériau permettant un meilleur contact entre le masque 20 et le substrat.

D'autre part, des dispositifs, de type microsystèmes (par exemple un actionneur électrostatique de piézoélectrique), peuvent être fixés à l'intérieur du support courbe pour permettre une 25 déformation locale du support, et donc un meilleur placement des motifs à reproduire.

A titre d'exemple, un masqueur électronique Leica VB6HR est utilisé pour écrire des motifs de 50nm sur une tranche de silicium sur isolant (SOI) de 200nm 30 de diamètre. Après l'étape de lithographie, la couche supérieure de silicium, d'une épaisseur de 100nm, est

décollée du substrat par une méthode décrite dans le document FR - 02 03909, qui met en œuvre une implantation ionique puis une fracture, ainsi que l'utilisation d'une poignée. puis reportée sur un 5 support courbe en verre. Ce support est par exemple un cylindre d'un diamètre au moins égal à $200/3.14=64\text{nm}$.

L'étape de report de l'image par impression pourra alors se faire à une température comprise entre 20°C et 250°C, en exerçant une pression comprise entre 10 300 et 4800psi, et pour une vitesse de rouleau comprise entre 0.5 et 1.5 cm/minute.

L'invention permet de mettre en œuvre une étape de lithographie homogène de motifs sub-microniques avec des équipements de bas-coût, grâce à 15 l'utilisation d'un masque courbe.

REVENDICATIONS

1. Procédé de préparation d'un masque de lithographie, comportant :

5 - une étape de réalisation de motifs (10) sur un masque plan (12),
- une étape de report des motifs sur un support (16) ayant une courbure non nulle en au moins un point de sa surface.

10

2. Procédé selon la revendication 1, les motifs étant réalisés par lithographie par faisceau d'électrons (4).

15

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, le masque plan étant en silicium ou en dioxyde de silicium.

20

4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, le masque plan (32) ayant une structure SOI, comportant une couche d'un matériau semiconducteur, une couche enterrée (34) d'isolant et un substrat (36).

25

5. Procédé selon la revendication 4, comportant en outre une étape d'amincissement du substrat (36) de la structure SOI.

30

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, l'étape de report comportant préalablement un amincissement du masque plan (12), puis l'installation d'un substrat (14) poignée.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, le support courbe (16) étant en métal, ou en verre ou en matériau plastique.

5 8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, des moyens permettant de réaliser une déformation locale du support (16) à courbure non nulle.

10 9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, les motifs (10) ayant une dimension maximale comprise entre 50nm et 10µm.

15 10. Masque de lithographie comportant un support (16) présentant une courbure non nulle en au moins un point de sa surface, et un substrat (12), en Silicium ou en silice ou en nitrure ou en aluminium, comportant une pluralité de motifs (10) et appliqué contre cette surface.

20 11. Masque selon la revendication 10, le support étant en métal ou en verre ou en matériau plastique.

25 12. Masque selon l'une des revendications 10 ou 11, comportant en outre des moyens pour induire une déformation locale dudit support (16).

14415.3 PM

11

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, le support courbe (16) étant en métal, ou en verre ou en matériau plastique.

5 8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, comportant en outre une étape de déformation locale du support (16) à courbure non nulle.

10 9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, les motifs (10) ayant une dimension maximale comprise entre 50nm et 10µm.

15 10. Masque de lithographie comportant un support (16) présentant une courbure non nulle en au moins un point de sa surface, et un substrat (12), en Silicium ou en silice ou en nitrure ou en aluminium, comportant une pluralité de motifs (10) et appliqué contre cette surface.

20 11. Masque selon la revendication 10, le support étant en métal ou en verre ou en matériau plastique.

25 12. Masque selon l'une des revendications 10 ou 11, comportant en outre des moyens pour induire une déformation locale dudit support (16).

1/4

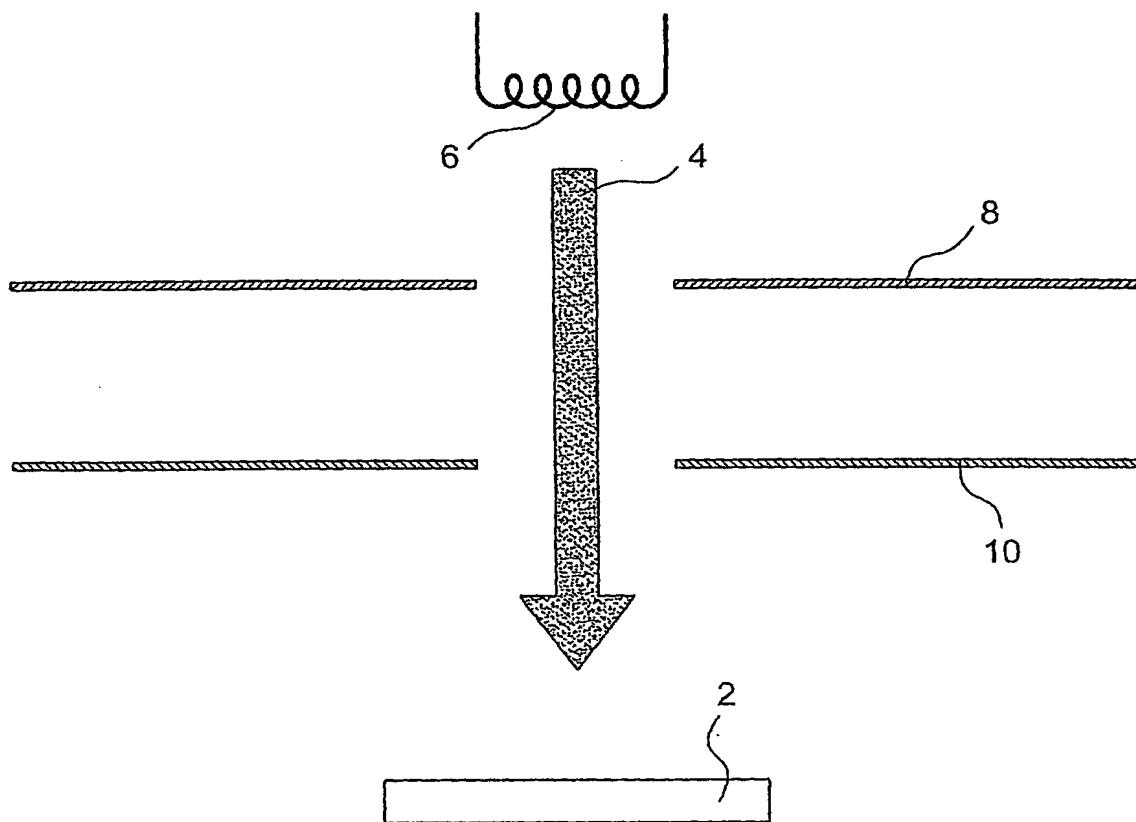


FIG. 1

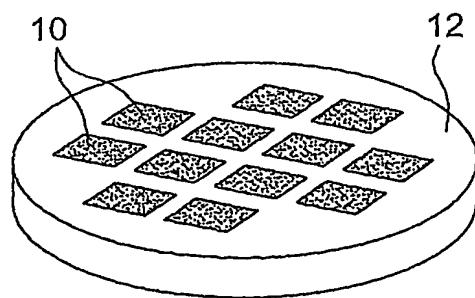
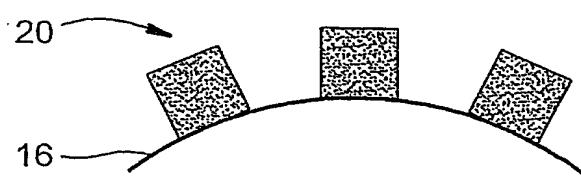
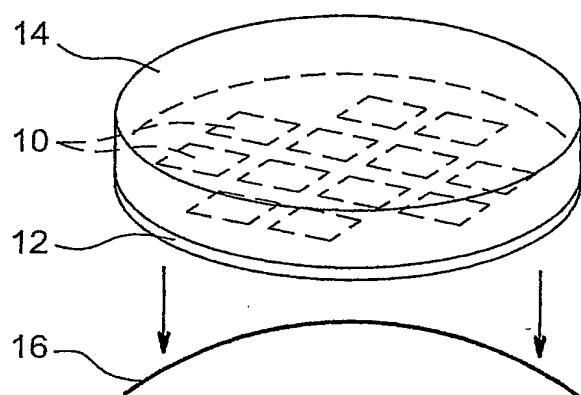
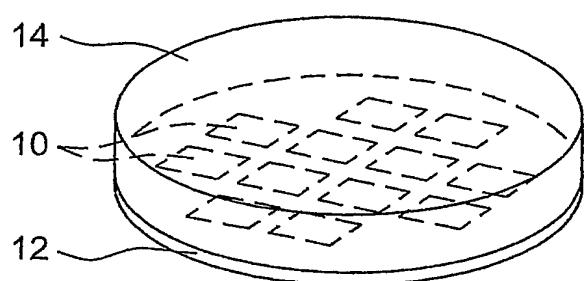
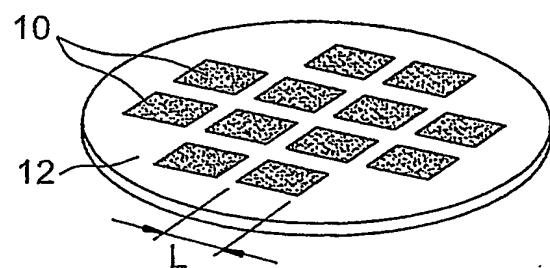


FIG. 2

2 / 4



3 / 4

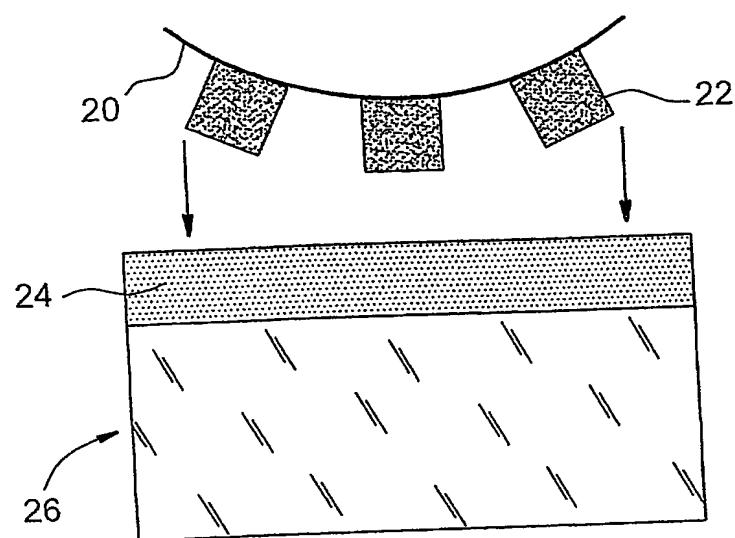


FIG. 5A

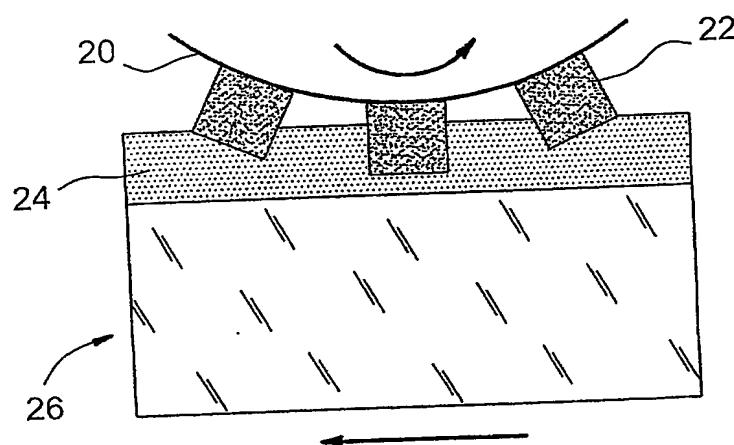


FIG. 5B

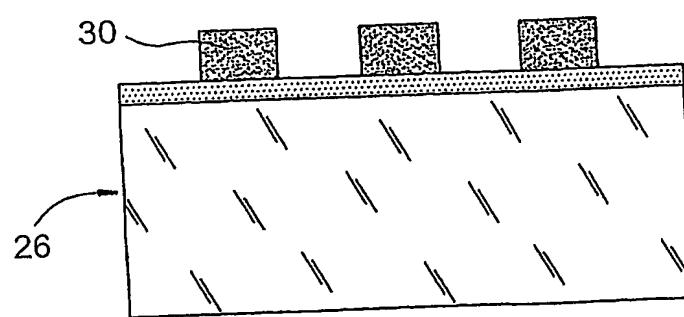


FIG. 5C

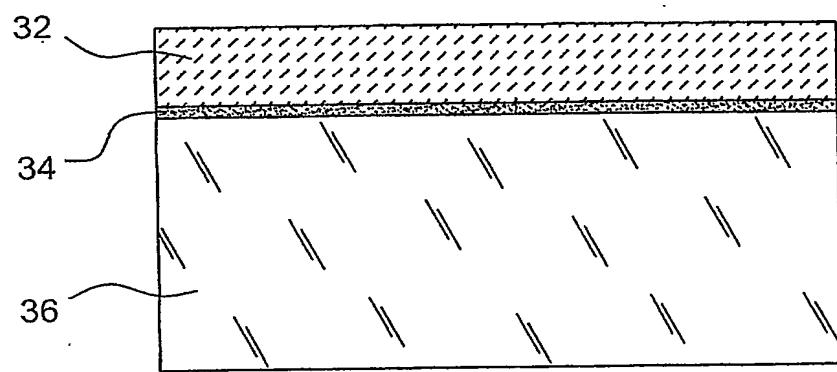


FIG. 6



BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITE

Désignation de l'inventeur

Vos références pour ce dossier		B14415 PM-DD2570VR
N°D'ENREGISTREMENT NATIONAL		
TITRE DE L'INVENTION		
		PROCEDE DE MICRO-LITHOGRAPHIE UTILISANT UN MASQUE A SURFACE COURBE.
LE(S) DEMANDEUR(S) OU LE(S) MANDATAIRE(S):		
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S):		
Inventeur 1		
Nom	GUIBERT	
Prénoms	Jean-Charles	
Rue	4, Beau Rivoire	
Code postal et ville	38960 SAINT- ETIENNE- DE -CROSSEY	
Société d'appartenance		

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

Signé par

Signataire: FR, Brevatome, J.Lehu

Emetteur du certificat: DE, D-Trust GmbH, D-Trust for EPO 2.0

Fonction

Mandataire agréé (Mandataire 1)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.